Die Ehrlich'sche Granulation der weissen Blutkörperchen bei einigen Tierspecies.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der gesamten Medicin

verfasst und einer

hohen medicinischen Facultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität in München

unter dem Präsidium des

Herrn Professor Dr. Bauer

vorgelegt von

Felicyan von Niegolewski

aus Niegolewo (Grossherzogtum Posen).

München.

Buchdruckerei von M. Ernst.

1894.

Die Ehrlich'sche Granulation der weissen Blutkörperchen bei einigen Tierspecies.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der gesamten Medicin

verfasst und einer

hohen medicinischen Facultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität in München

unter dem Präsidium des

Herrn Professor Dr. Bauer

vorgelegt von

Felicyan von Niegolewski

aus Niegolewo (Grossherzogtum Posen).

München.

Buchdruckerei von M. Ernst.

1894.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546007_0168

Von allen tierischen Zellen bieten dem Beobachter vielleicht keine anderen eine so gewaltige Mannigfaltigkeit und Variation der Form, des Baues sowohl in anatomischer wie morphologischer Hinsicht, wie gerade die weissen Blutkörperchen. Und trotzdem waren eine lange Zeit hindurch allein die Erythrocyten und zum Teil auch die Blutplättchen ein Gegenstand näherer Forschung, während sich die Leukocyten einer geradezu nur stiefmütterlichen Behandlung zu erfreuen hatten. Die genaueren Untersuchungen über die letzteren datieren erst seit dem Jahre 1865, wo Max Schultze durch seine Studien über die Zelle nicht Geringes zur Schaffung der Periode, in der wir uns jetzt befinden, beigetragen hat, wo die Wissenschaft mit allen ihr zu Gebote stehenden Mitteln daraufhin ihren Zielpunkt richtet, die Zelle, ihre Thätigkeit und sonstige Lebenserscheinungen näher kennen zu lernen und zu constatieren. Vermittelst seines heizbaren Objekttisches gelang es Schultze, die durch ihre Amöboidbewegungen charakteristischen Leukocyten genauer zu studieren und über ihre Lebenserscheinungen genauere Aufschlüsse zu geben. Er kam damals schon zu der Ueberzeugung, dass die Leukocyten „keine morphologische Einheit darstellen, sondern sich in mehrere anatomisch differente Gruppen zerlegen lassen“ — und wurde »im Anschluss an die Untersuchungen von Wharton Jones« auf eine feinkörnige Substanz im Zellleibe der Leukocyten aufmerksam, die er Granula

nannte und dieselben als dem Protoplasma entstammend bezeichnete. Auf Grund dieser Beobachtungen Schultze's, geleitet durch die von Waldeyer gemachte Entdeckung der sogenannten Plasmazellen, machte Ehrlich seine hervorragenden Studien über die Leukocyten, durch die er »neue Wege in der Blutuntersuchung gebahnt und in der Histologie des Blutes ein bis dahin unbekanntes Gebiet betrat«. Gestützt auf seine Studien des Färbevorganges und chemischen Verhaltens der Zelle verwertete er den von Heidenhain zuerst geäusserten Gedanken, zum Studium der Zellfunktion Farbstoffe anzuwenden, und fand, dass gewisse dieser Plasmazellen, die Waldeyer als versprengte Glieder einer grossen, morphologisch zusammengehörigen Gruppe aufgefasst hatte, ein auffälliges Verhalten gegen Anilinfarben zeigen, und dass die Mehrzahl derselben protoplasmaarm, also der rein morphologischen Definition Waldeyer's nicht entsprechend sei. Und nachdem er die ganze Waldeyer'sche Plasmazellengruppe in den Bereich einer eingehenden Untersuchung gezogen hatte, war er auch mit Anwendung von Anilinfarben in der Lage, in den protoplasmaarmen Zellen selbst deutliche Körnungen nachzuweisen. Diese Körnung, »die mit der Körnung des Protoplasmas nichts Gemeinsames habe«, schrieb er der specifischen Zellthätigkeit zu und bezeichnete alle Zellen, die solche oder, sei es durch ihr verschiedenes Verhalten gegen Anilinfarben, sei es durch ihre Form und Grösse ähnliche Granula aufweisen, als »granulierte Zellen«, die Körnungen derselben aber, »welche morphologisch von einander nicht zu trennenden Zellen gehören und die auf tinctorialem Wege mittelst mikrochemischer Reaction nachzuweisen sind, als specifische Granulation«.

Unter Granulation versteht nun Ehrlich kein

Produkt irgend eines chemischen Reagens, sondern giebt die Bezeichnung »granuliert« nur den Elementen bei, »denen schon im lebenden Zustand in körniger Form Substanzen eingelagert sind, die sich chemisch von den normalen Eiweissstoffen der Zelle unterscheiden«. — Diese seine Untersuchungen dehnte er auf das Studium des Blutes aus und constatierte im Blute und den Blut bereitenden Organen ebenfalls derartige granulierte Zellen und zwar mit fünf*) specifischen Körnungen, die er α—ε Granula nannte.

Aus Anlass dieser Entdeckung Ehrlich's entstand eine Anzahl von Arbeiten und Untersuchungen, die jedoch fast insgesamt nur das Auffinden granulierter Zellen und das Constatieren ihres Verhaltens bei krankhaften Processen des Blutes bezwecken, und, wenn auch Ehrlich selbst bei seinen wertvollen Studien ausser dem menschlichen Blute auch das anderer Tiere in den Bereich seiner Versuche zog, so ging auch er nur dem Ziele nach, entweder das Vorkommen granulierter Zellen überhaupt oder ihr Verhalten bei einigen Krankheiten festzustellen, ohne jedoch auf das Verhältnis derselben bei den verschiedenen Tierspecies näher einzugehen. Und dass dieses gegenseitige Verhältnis hauptsächlich zur Kenntnis der bis jetzt noch dunklen Morphologie der einzelnen Zellen von grossem Interesse ist, ist kaum notwendig zu betonen, wenn man bedenkt, in einem wie innigen Zusammenhange die gesamte organische Welt steht, und eine wie hohe Bedeutung die vergleichende Anatomie und Physiologie für den Aufschluss so vieler physiologischer Vorgänge und Probleme hat.

So scheint es auch, als ob nur auf diesem Wege

*) Ehrlich schreibt in einem seiner Aufsätze sogar von 7 Granulationen, macht jedoch über dieselben keine genaueren Angaben.

der genauen und vergleichenden Untersuchung der einzelnen Leukocyten bei verschiedenen Tieren es möglich ist, genaue Kenntnisse über das Wesen, den Begriff und Zweck der Körnung zu erhalten.

Auf einer farbenanalytischen Grundlage, entsprechend der chemischen Verwandtschaft der Granula zu den sauren, basischen und neutralen Farbstoffen, schuf Ehrlich eine neue Einteilung der Leukocyten in oxy = baso = und neutrophile im Gegensatz zu den Einteilungen von Schultze und Löwit, die auf morphologischer resp. anatomischer Grundlage beruhen.*) Und mag auch Arnold behaupten, man könne aus den verschiedenen Körnungen der Zelle auf keine genaue und dem Zweck entsprechende Einteilungen schliessen, weil eben der Zweck und Grund der Körnung vorläufig unbekannt ist, so können wir doch nicht umhin, dieser Einteilung Ehrlich's eine grosse Bedeutung zuzuschreiben. Diese Einteilung erlaubt ja nicht allein, »die Leukocyten ganz scharf zu differencieren, sondern, dass sie auch für den Kliniker einen ungemein hohen praktischen Wert hat«, beweisen die Befunde der Untersuchungen auf granulierte Zellen bei manchen Blutkrankheiten und sonstigen pathologischen Processen.

Bevor ich auf die Beschreibung der chemischen Eigenschaften der einzelnen Zellen übergehe, scheint es mir nicht unwichtig zu sein, einige Worte zur Erklärung der Granula seitens der einzelnen Autoren anzuführen.

Die Körnungen seien nach Ehrlich durch die ganze Tierreihe verbreitet, indem sie bald allen Tieren

---

*) Ich verweise auf die zusammengestellte Tabelle von Rieder (s. Literat.).

gemeinsam seien, bald dieser oder jener Gattung zukommen. Als Folge dieser beobachteten Thatsache und ferner auch des Befundes, dass die verschiedenen Leukocyten, trotzdem sie alle insgesamt »denselben Lebensbedingungen ausgesetzt sind«, verschiedene Elemente aufweisen und nie Träger zweier verschiedenartiger Körnungen seien, glaubt Ehrlich voraussetzen zu können, dass Granula und chemische Funktion der Zelle im engsten Zusammenhange mit einander ständen und, dass jede Körnung ein eigenartiges Protoplasma voraussetzte. Mithin schreibt er die Körnung »einer specifischen, secretorischen Zellthätigkeit« zu und meint, »weil sie eine eigenartige, mit dem übrigen Eiweiss der Zelle nicht übereinstimmende mikrochemische Reaction geben, sowohl von gewissen Eiweisstoffen der Zelle, als auch wegen ihrer Unlöslichkeit in Alcohol und Aether vom Fett unterscheiden zu müssen, andererseits mit der bei den Pflanzen schon längst bekannten Krystalloiden vergleichen zu können«.

Löwit ist der Ansicht, der Kern beteilige sich an der Bildung der Granula, weil er im Krebsblute die Entstehung derselben unter Mitwirkung des Zellkernes beobachtet haben will.

Eine andere Erklärung der Granula giebt Altmann, indem er nicht von der Genese der Granula ausgeht, sondern im Gegensatz zu Löwit den Zweck derselben ins Auge fasst. Er hält die Granula für Ozonophoren, »die durch Sauerstoffübertragung sowohl Reduktion wie Oxydation auszuführen und auf diese Weise die Spaltungen und Synthesen des Körpers zu erwirken suchen, ohne dass sie selbst ihre Individualität einbüssen«.

Wichtig und interessant sind weiterhin die Mitteilungen Cuénot's, der ohne Kenntnis der mit Hilfe der farbenanalytischen Methode von Ehrlich

entdeckten Granula in seinen ausgedehnten Arbeiten über Blut in den Leukocyten sowohl der Wirbeltiere als auch der wirbellosen Granula feststellte. Da er sich leider ausser dem osmiumsauren Carmin sonst keiner Färbemittel bediente, ist es schwer zu entscheiden, ob seine Granula mit den von Ehrlich gefundenen identisch seien. Immerhin lassen einige Eigenschaften seiner Granula die oxyphilen Zellen Ehrlich's vermuten. Die Granula Cuénot's sind gross und lichtbrechend, nicht von gleicher Grösse bei allen von ihm untersuchten Tieren. Was seine Ansicht über die Physiologie dieser Granula betrifft, so schreibt er ihnen eine wichtige Rolle im Organismus zu. Er hält sie für ein »Ferment albuminogène«, ein Ferment, das nicht organisiert sei wie die Hefe oder ein lösliches Ferment wie die Diastase, sondern er stellt es dem Pepsin und Trypsin an die Seite, indem er ihm aber einen direkt entgegengesetzten Zweck als den letzteren Fermenten zuschreibt. Seine Granula sollen gerade das Pepton in ein unlösliches Serumalbumin umwandeln und dann in einen Zustand der Reservezellen übergehen, jeder Zeit bereit, sich vom Organismus aufzehren zu lassen. Er hält sie auch für keine Fettkügelchen, weil sie sich in Osmiumsäure, Alcohol und Aether nicht auflösen, aber auch für kein reines Eiweiss, da die Reaction mit Jod ein negatives Resultat giebt. Einige von diesen Granulis sollen sich gänzlich in Ammoniak aufgelöst haben, was Cuénot auf die Vermutung des Vorhandenseins von Harnsäure brachte; die Murexidprobe bestätigte jedoch diese Annahme nicht.

Ueber den Zweck und die Bedeutung der verschiedenen Leukocytenarten hat endlich E. Okintschitz Untersuchungen angestellt dadurch, dass er das Blut der Tiere (Kaninchen) beim Hungern und

Wiederauffüttern auf das Verhalten der einzelnen Leukocyten hin prüfte. Seine Versuche ergaben zwar kein definitives Resultat, erlaubten ihm jedoch den Schluss zu ziehen, dass »die verschiedenen Leukocytenarten nicht in gleichem Masse vom Organismus geschützt werden, also eine verschiedene Bedeutung haben und eine verschiedene Rolle in demselben spielen«.

So lassen alle diese Anschauungen über den Zweck der Granula in den Leukocyten die physiologische Bedeutung derselben immer noch »in einem geheimnisvollen Dunkel umgeben«, aber, wenn auch diese Ansichten nur Vermutungen sein sollten und sich vielleicht späterhin als irrtümlich erweisen, so dürfen sie vorläufig dennoch nicht unberücksichtigt bleiben, weil sie immerhin einen Anhaltspunkt zu weiteren Forschungen geben und den Weg zu denselben bahnen. Es werden uns ja doch über kurz oder lang mit Hilfe der Chemie, »der inbetreff der Pathologie des Blutes die Zukunft gehört«, morphologische und vergleichend-anatomische Studien sicher den wirklichen und eigentlichen Grund und Zweck der Granula erschliessen.

Betrachten wir nun die chemischen Eigenschaften der einzelnen Granula, so finden wir, dass Ehrlich als oxyphile Granula solche Elemente bezeichnet, »welche in ihrem Protoplasma ziemlich grosse, fettähnliche Kügelchen enthalten, die wiederum dadurch charakteristisch sind, dass sie in saurem Farbstoffe eine lebhafte Färbung annehmen, d. h. eine Verwandtschaft zu der grossen Reihe der sauren Teerfarben zeigen, nämlich solchen, in denen wie im picrinsauren Ammon, das färbende Princip eine Säure darstellt«.

Die sauren Farbstoffe teilt Ehrlich hinsichtlich ihrer Verwandtschaft zu den oxyphilen (α) Granulis in 2 Gruppen ein, in solche von hohem und höchstem

Färbevermögen, die in Glycerin gelöst die Granula färben, und solche von geringerem Färbevermögen, die er in concentrierter wässeriger Lösung anwendet. Von der ersten Gruppe eignet sich zur Färbung am meisten ein Körper der Fluorescinreihe, nämlich Eosin (daher auch die Bezeichnung eosinophile Zellen). Die Färbung mit Eosin oder mit einem zu diesen 2 Gruppen gehörenden Körper genügt nach Ehrlich jedoch nicht zur Diagnose der α-Körnung, sondern »es sichert dieselbe erst der Nachweis der Verwandtschaft zu sämtlichen Farbkörpern dieser 2 Gruppen«. Man braucht aber zur Feststellung der α-Granula nicht alle zu den oben erwähnten Gruppen gehörende Körper anzuwenden, sondern darf sich bei der Tinction auf

1. das stark rote Eosin-Glycerin,
2. das mit Indulin gesättigte Glycerin,
3. die concentrierte Lösung von Orange

beschränken. Die Tinction muss aber unter allen Umständen vorgenommen werden; denn, wenn auch Schultze bereits grobe, der α-Körnung entsprechende Granula nachgewiesen hatte, ist man doch nur bei Zuhilfenahme der betreffenden Farbstoffe imstande, sie sicher festzustellen. Die α-Granula bieten nämlich hinsichtlich der Form der Zelle, ihrer Kerne und Granula die grösste Mannigfaltigkeit. Morphologisch zeigen sie auch keine typischen Eigentümlichkeiten und erscheinen in verschiedener Grösse und Form. Die Kerne zeigen ebenfalls inbetreff ihrer Anzahl und Grösse eine grosse Variation und haben im Zellleibe eine verschiedene Lage; bald sind sie von Körnern überlagert, bald frei von denselben.

Die β-Granulation hat nach Ehrlich keine so weite Verbreitung in der Tierreihe wie die oxyphile (α) Granulation; sie unterscheidet sich hauptsächlich von der letzteren durch ihre stärkere Affinität zu

Indulin als zu Eosin. Ehrlich nennt sie eine amphophile, weil basische Farbstoffe (Methylenblau) in demselben Masse wie die sauren die Färbung der Granula bewirken sollen.

Ueber die γ-Granulation und deren Verbreitung im Blute der Vertebraten hat in ergiebiger Weise Westphal, später Ballowitz in einer Arbeit über diese Granulation bei winterschlafenden Tieren berichtet. Nach Westphal zeichnen sich diese Zellen durch ihre Grösse und ihren Reichtum an Granulis, die sich mit einer alcoholischen Dahlialösung intensiv färben, aus. »Sie stimmen in Bezug auf ihre Form in der Klasse der Wirbeltiere im wesentlichen überein, obgleich man verschiedene Modificationen der Zellen als platte, kugel- und spindelförmige nachweisen kann«. — Die γ-Zellen finden sich mehr im Bindegewebe verschiedener Organe als frei im Blute vor, und ihr vermehrtes Auftreten ist nach Ehrlich die Folge eines local gesteigerten Ernährungszustandes, »der bald durch chronische Entzündung, bald durch Stauung, bald durch Neubildungen (Carcinome) hervorgerufen werden kann«. Diese Annahme bestätigen auch die Untersuchungen von Korybytt-Daszkiewicz, der bei gut genährten Fröschen die vermehrte Zahl der γ-Zellen beobachtet haben will. Auch Westphal erklärt ihr Vorkommen durch einen pathologischen Zustand, »da man sie auffallend vermehrt an den Blutwandungen und an Orten findet, wo Reize, besonders entzündlicher Natur, in stärkerer Weise und länger einwirken«. Dementsprechend nennt man diese Zellen auch »Mastzellen«, und der Name selbst lässt schon ihre pathologische Bedeutung nicht verkennen.

Im Hinblick darauf nun und auf den bald positiven bald negativen Befund, je nachdem ich ein krankes oder gesundes Tier untersuchte, habe ich überhaupt

Abstand genommen, die Tiere auf Mastzellen zu untersuchen.

Die vierte Form der granulierten Zellen im Blute bilden die sogenannten basophilen (δ) Zellen, die durch ihre chemische Verwandtschaft zu basischen Farbstoffen (Methylenblau) charakteristisch sind. Wir erkennen an ihrem anatomischen Bau resp. morphologischen Verhalten die einkernigen Zellen Löwit's resp. Schultze's.

Zur Darstellung der fünften neutrophilen (ε)-Körnung dienen die neutralen Farbstoffe, die »wie das picrinsaure Rosanilin durch den Zusammentritt einer Farbbase (z. B. essigsaures Rosanilin, Methylenblau oder -grün) mit einer Farbsäure (z. B. picrinsaures Ammon, Säurefuchsin) entstehen. — Während die Granula ganz kleine, nur mit starker Vergrösserung wahrnehmbare Elemente darstellen, zeichnen sich die Kerne, die entweder einzeln oder in grösserer Anzahl in einer Zelle vorkommen, durch ihre Grösse und eine eigentümliche Form aus. Sie erscheinen entweder rund, gelappt und eingebuchtet oder zeigen eine eigenartige Buchstabenform (Y, F, J). Wir erkennen in ihnen Zellen, welche von Löwit als Zellen mit einem einfach oder mehrfach eingebuchteten, gelappten Kerne beschrieben sind.

Methoden.

Das Hauptgewicht und der Hauptzweck aller Färbemethoden beruht darauf, »nur gewisse Elemente ad maximum zu färben, alles andere hingegen möglichst ungefärbt zu lassen«, denn dadurch ist es erst möglich, »die Verhältnisse des Zellleibes deutlich und prägnant zur Anschauung zu bringen«. Und diese Bedingung des Färbevorganges kann man bei der Behandlung der Blutpräparate nur dann erfüllen, wenn man dieselben im trockenen Zustande färbt. Nach

seinen misslungenen Versuchen, die Färbung des Blutes im frischen Zustande vorzunehmen, wandte Ehrlich die zu bakteriologischen Zwecken zuerst von Koch eingeführte Trockenmethode bei seinen Untersuchungen an und erzielte damit die besten Erfolge. Seine und seiner Schüler Resultate dienen als die besten Belege für die Güte und die Vorteile dieser Methode; und die immer sich mehrenden Versuche anderer Forscher entkräftigen zu Genüge die Behauptungen Löwit's, der vor Anwendung dieser Methode warnt, weil sie Veränderungen allerlei Art, besonders des Kernes und seiner chromatischen Substanz bedingen sollen.

Bei der Ausführung der Trockenmethode werden von vielen Autoren, und zwar mit einem grossen Vorteile für die nachfolgende Färbung sogenannte Fixations- resp. Härtungsflüssigkeiten angewendet. 10% Sublimat mit 0,06% Kochsalzlösung fixiert die Blutkörperchen in wenigen Minuten, ebenso die 1% Osmiumsäure, während Alcohol mit Aether zu gleichen Teilen erst nach einem zweistündigen Einwirken auf die Präparate die Nachfärbung möglich macht u. s. w. Am meisten empfiehlt sich jedoch die Methode von Koch, der die Präparate in einem kupfernen Ofen oder auf einem Kupferblech auf 116—120° C. erhitzte. Nach dieser Härtungsmethode bin ich bei meinen Untersuchungen verfahren. Dieselbe erscheint auch von allen anderen Fixierungen die brauchbarste und beste zu sein, da sie bei einer genauen Controle des Ofens und einem allmählichen Steigen der Temperatur stets in gleicher Weise gehärtete Präparate zu gewinnen gestattet und jeden immerhin möglichen chemischen Einfluss der Fixierungsflüssigkeiten auf die Blutkörperchen vollständig eliminiert. Bevor man aber an das Fixieren selbst schreitet, ist ganz besonders darauf zu achten, dass die Präparate erst vollkommen

lufttrocken der Hitze ausgesetzt werden. Das langsame Trocknen an der Luft lässt nämlich sowohl »die Form der Blutkörperchen als auch deren chemische Individualität ganz unverändert«, ermöglicht daher nach erfolgter Härtung resp. Fixierung mit Hilfe der mikrochemischen Reaction »den histologischen Nachweis der Verhältnisse im Zellleibe selbst«. Der wichtigste Moment jedoch beim ganzen Färbeprocesse bleibt immer die Anfertigung der Präparate selbst, von deren sorgfältiger Ausführung wohl sicher das Resultat der Färbung abhängt. Man muss hiebei möglichst rein und trocken verfahren. Die Stelle des Tierkörpers, wo man den Einstich zu machen beabsichtigt, muss von Haaren befreit sein, die Haut selbst mit Wasser gewaschen und mit Aether trocken gerieben werden. Die Deckgläschen dürfen auch nicht mit Wasser allein gereinigt werden, auch hier ist Aether anzuwenden, damit sie sicher trocken gemacht und eventuell von Fett befreit werden. Das Verteilen des Blutes nun auf dem Gläschen hat Ehrlich in der Weise vorgenommen, dass er einen Tropfen Blut zwischen zwei Deckgläschen genommen und durch das langsame Wegziehen eines vom anderen eine dünne Blutschicht auf dem Gläschen erhalten hat. Es ist leicht einzusehen, dass bei dieser Manipulation eine dicke Blutschicht auf dem Deckgläschen zurückbleibt, die das Bild unter dem Mikroskope oft ganz und gar undurchsichtig macht.

Ein viel besseres Verfahren hat Rieder angegeben. Man benetzt nach ihm eine Seite des Deckgläschens mit dem aus der Wunde frisch austretenden Blute und zieht die benetzte Seite über ein zweites Gläschen rasch hinweg, indem man das erstere ungefähr in einer Neigung von 45° zur Ebene des zweiten hält. Auf diese Weise verteilt sich das Blut in feinster

Schicht auf dem Gläschen, so dass auch beim intensivsten Färben das Bild klar bleibt.

Wie bereits oben erwähnt, sichert nach Ehrlich erst die Diagnose der α-Granulation das durch Anwendung von Eosin, Indulin und Orange erhaltene positive Resultat. Wenngleich ich durch das Färben einer grösseren Anzahl von Blutpräparaten zu der Ueberzeugung gekommen bin, dass die Färbung mit Eosin vollständig ausreicht, um die α-Granulation in einer Zelle constatieren zu können, so habe ich trotzdem die Vorschrift Ehrlich's inne gehalten, jedoch mit dem Unterschiede, dass ich neben Eosin und Indulin statt mit Orange mit Säurefuchsin die Tinction vorgenommen habe.

Das mit Eosin gesättigte Glycerin besitzt eine sehr starke Färbekraft, so dass eine zweistündige Färbung vollständig ausreicht, damit alle Granula intensiv purpurrot gefärbt erscheinen. Zur Nachfärbung (der Kerne) kann man alle basischen Farbstoffe anwenden; am besten und deutlichsten aber färben sich die Kerne mit Haematoxylin nach Böhmer oder Delafield (halb und halb von der Lösung mit Wasser), Methylenblau oder Haemalaun. Der zuletzt genannte Stoff erweist sich entschieden als das beste Kernfärbemittel; nach einem $^3/_4$stündigen Einwirken auf die Kerne färben sich dieselben violett und zeigen eine deutliche Struktur. Eine Ueberfärbung ist hier nicht zu befürchten und ein kurzes Abspülen mit fliessendem Wasser entfernt die überschüssige Farbe.

Beim Färben mit Indulin habe ich mich neben der Mischung, die Ehrlich angegeben hat (Indulin, Naphtylamingelb, Eosin) auch der von Huber (Indulin, Aurantia, Eosin) bedient. Statt Naphtylamingelb oder Aurantia (Ammoniumsalz des Hexanitrodiphenylamins) verwendete ich auch mit gleichem Er-

folge das Anilingelb (oxalsaures Salz des Amidoazobenzols), indem ich nach der Angabe von Huber von jeder Farbe 2 gr. in je 30 gr. Glycerin gelöst, die Mischung gut durchgeschüttelt und sie erst nach einem längeren (½ St. — 1 Tag) Stehen angewandt habe. — Da bei diesen schwer diffundierbaren Stoffen keine Ueberfärbung möglich ist, verblieben die Präparate 24 St. in der Mischung.

Der nach Ehrlich gleichfalls zur Diagnose der α-Granula notwendigen Färbung mit Orange habe ich die Doppelfärbung mit dem Weigert'schen Säurefuchsin und Methylenblau vorgezogen, wobei ich mich sonst genau an die Angaben Ehrlichs gehalten habe. Zu 5 Vol. einer gesättigten wässrigen Säurefuchsinlösung wurde unter Umschütteln allmählich 1 Vol. einer starken Methylenblaulösung zugesetzt, das Ganze mit 5 Vol. Aq. destil. verdünnt und nach einigen Tagen filtriert. Die Färbung vollzieht sich in 2—5 Minuten, wonach ein sorgfältiges Abspülen mit fliessendem Wasser notwendig ist. Entsprechend den Mitteilungen von Stintzing, der Congorot als Färbemittel angewandt und im Blute besondere congophile Granula gefunden haben will, und ferner denen von Griesbach, der das Färben des Froschblutes und Tritonenblutes mit Azoblau (einem zu den Sulfosäuren gehörenden Farbstoffe) vorgenommen hat, habe ich beide Farbstoffe verwendet, die weitere Färbung aber unterlassen, nachdem ich mich hinreichend überzeugt hatte, dass es sich in beiden Fällen um α-Granula handele. Ebenso hat eine genaue Färbung mit Eosin und Indulin ergeben, dass die Schmidt-Semmer'schen Körnerkugeln des Pferdeblutes als eosinophile Granula anzusehen sind.

Zum Nachweis der basophilen (δ) Granulation eignet sich am besten das Methylenblau, indem es den

Kern sowohl als die Granula blau färbt. Die Färbung vollzieht sich in 5—10 Minuten.

Bei der Färbung der neutrophilen (ε) Granulation bediente ich mich nur Doppelfärbungen, d. h. Mischungen, die zugleich zweierlei Granula, in diesem Falle α und ε gefärbt erscheinen lassen.

Der bereits oben erwähnten Säurefuchsin-Methylenblaumischung ist ein Gemisch von Säurefuchsin, Orange und Methylgrün vorzuziehen. Man wendet dasselbe in verschiedenen Concentrationen an; ich habe mich bei der Darstellung der Mischung nach den Angaben einerseits von Aronson und Philipp, modificiert von Rieder, andererseits von Berganzini gerichtet und mit beiden Methoden sehr gute Resultate erhalten.

Rieder empfiehlt »von den durch Sedimentieren geklärten wässrigen concentrierten Lösungen: 55 ccm. Orange G., 50 ccm. Säurefuchsin, 100 ccm. Aq. destil., 12 ccm. Alcoh. absol. zu mischen, hierzu 65 ccm. Methylgrün hinzuzufügen«. Die Mischung kann erst nach einem 1—2 Wochen langen Stehen benutzt werden.

Das Färben selbst habe ich 3/4 St. — nicht, wie Rieder angiebt — 2 St. — vorgenommen und sodann die Präparate möglichst sorgfältig und lange unter mehrmaliger Controle unter dem Mikroskope ausgewaschen. Trotzdem aber diese Methode ausgezeichnete Dienste erweist, so hat sie doch bei länger vorzunehmenden Untersuchungen den Nachteil, dass sie nicht nur erst nach langem Stehen angewendet werden darf, sondern auch binnen einer sehr kurzen Zeit, schon nach 8—14 Tagen, wieder ihr ganzes Tinctionsvermögen einbüsst. Beim Färben selbst muss man sodann hiebei sehr streng darauf achten, dass sowohl das zu färbende Präparat als auch der Stab resp. die Pipette, womit man die Mischung abhebert,

vollkommen trocken sind, sonst sind Niederschläge, die das Bild im höchsten Grade trüben und das Studieren der Präparate oft ganz unmöglich machen, auf dem Präparate unvermeidlich.

Eine andere Mischung derselben Farbstoffe giebt Berganzini an. Bei allen Nachteilen, die auch diese Mischung mit sich bringt, hat sie doch den Vorzug vor der nach Aronson-Philipp bereiteten, dass ein längeres Stehen absolut keinen Einfluss auf deren Färbevermögen ausübt und dass die Färbung selbst sich in viel kürzerer Zeit vollzieht als bei der Anwendung der ersteren. Berganzini löst 20 gr. von jeder Farbe in 100 ccm. Aq. destil. und mischt 1 Teil der Säurefuchsinlösung mit 2 Teilen jeder der beiden anderen. Trotz des langsamen Mischvorganges und der Filtration durch Baumwolle erhält man dennoch bald einen dicken Niederschlag; ja es bildet sich sogar nach einigen Tagen, nachdem das Wasser verdunstet ist, aus dem Gemisch eine dicke schwarze Masse. Von derselben habe ich vor jedmaligem Gebrauche einen Teil in einem Uhrschälchen mit einigen Tropfen Wasser gemengt und nach Auflösung bei mässiger Wärme das Gemisch zur Färbung benutzt. Binnen 3 Minuten sind die ε-Granula grün, die α-Granula purpurrot, sämtliche Kerne dunkel aufs prägnanteste tingiert. Auch hier ist das sorgfältigste Ausspülen mit fliessendem Wasser unter langsamem Strome nicht zu unterlassen.

Ergebnis der Untersuchungen.

Bei meinen Untersuchungen habe ich mir vorgenommen, das Verhalten der Granula in den weissen Blutkörperchen wenigstens eines Repräsentanten einer jeden Tierspecies zu prüfen; leider aber bei einem

ziemlich beschränkten Untersuchungsmaterial die Versuche nur auf 17 Tiere, und zwar nur auf Wirbeltiere ausdehnen können. Dabei habe ich einigermassen ein geordnetes Bild des Verhaltens der granulierten Zellen im Blute dieser Tiere zu geben versucht und mich bemüht, durch die möglichst genaue Schilderung des Verhaltens der Zellen das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Leukocytenarten bei den verschiedenen Tieren zu zeigen. Leider war ich nicht in der Lage, irgend ein wirbelloses Tier der Blutuntersuchung zu unterziehen, wie sehr es von höchstem Interesse sein dürfte, im Anschluss an die Untersuchungen von Cuénot die Identität seiner bei den wirbellosen Tieren gefundenen Granula mit den Ehrlich'schen Granulationen eventuell festzustellen — und somit einerseits die Verbreitung der letzteren in der ganzen Tierwelt nachzuweisen, andererseits das Verhalten der weissen Blutkörperchen bei den Wirbeltieren im Gegensatz zu denen der Wirbellosen zu constatieren.

Kaltblüter.

I. Fische.

1) Goldfisch (Carassius auratus).

Die eosinophilen Zellen sind meist oval, ihr Längsdurchmesser beträgt ungefähr 15 μ, ihr Querdurchmesser 10,9 μ, sie sind daher viel grösser als die Erythrocyten, deren elipsoide Form im Längsdurchmesser ungefähr 13 μ, im Querdurchmesser 8 μ beträgt. Die Zellen sind fast durchweg mononucleär mit einem meist excentrisch liegenden Kerne, der hier und da mit einem hellen Hofe umgeben ist. Im Protoplasma liegen kleine rote Granula. Man findet ausserdem noch Zellen, die gleichfalls oxyphil zu sein scheinen und sich vor den ersteren durch ein besonderes Verhalten auszeichnen. Unmittelbar an dem violett ge-

färbten Kerne oder an dem denselben umgebenden weissen Hofe befindet sich eine rote Stelle, die sich von dem übrigen schwach violett gefärbten Protoplasma deutlich abhebt. Während sich nun diese nach Einwirkung von Indulin dunkelbraun färbt, erscheint sie mit Säurefuchsin (weniger mit Eosin) tingiert, hellrot. Die rot gefärbten Stellen sind entweder scharf von dem violetten Protoplasma geschieden oder sie gehen in manchen Zellen allmählich in dasselbe über. Bei 1000facher Vergrösserung schien es mir, als ob ganz kleine, dichtgedrängte Granula diesen Raum ausfüllten, zumal auch in dem homogen hellviolett gefärbten Protoplasma bei scharfer Einstellung der Mikrometerschraube vereinzelte rote Punkte nachweisbar waren (Fig. 1).

Bei der Färbung mit Methylenblau findet man im Blute des Goldfisches 2 Arten von basophilen Zellen, die sich von einander nicht in der Grösse (8, 5 bis 6,4 μ) oder Form, die immer oval ist, sondern in der Grösse der Granula unterscheiden. Bei der ersten Form (Fig. 2) sind die Granula klein, dichtgedrängt, sehr dicht an den Polen der Zelle angehäuft; der central gelegene, der Gestalt der Zelle entsprechende Kern, ist stets frei von Granulis. Die anderen Zellen weisen viel gröbere, dagegen weniger zahlreiche Granula auf, die in derselben Anordnung das Protoplasma wie den Kern überlagern. Die Contouren des Kernes sind oft nicht nachzuweisen.

Die neutrophilen Zellen zerfallen gleichfalls in 2 Kategorien, die in einander überzugehen scheinen und nur auf verschiedene Altersstufen der Zelle hinweisen. Die kleineren runden enthalten einen in verschiedenster Weise gestalteten Kern und verschieden grosse Granula; in der zweiten, allem Anscheine nach älteren Zellform (Fig. 3) sind mehrere (2—3) Kerne vorhanden, hie und da durch Chromatinfäden mit

einander verbunden und mit einem hellen Hofe umgeben. Die Durchmesser dieser Zellen betragen 9×7 μ. Die Granula sind in diesen Zellen gleichmässig gross, fein und umschliessen in vielen Zellen eine zwischen den Kernen liegende ungefärbte Stelle des Protoplasmas.

Die Lymphocyten sind rund, halb so gross als die roten Blutkörperchen mit einem central gelegenen runden Kerne, ohne Granula.

2) Wassergrundel (Cobitis barbatula).

Die eosinophilen Zellen im Blute dieser Fischart entsprechen insgesamt denjenigen des Goldfisches, wie sie uns Fig. 1 schematisch darstellt; sie unterscheiden sich nur dadurch von jenen, dass sie meist rund sind, von 16 μ im Durchmesser, also viel grösser als die zugehörenden, ovalen, im Längsdurchmesser 15 μ, im queren 8,5 μ betragenden Erythrocyten. In einigen dieser Zellen sehen wir dreierlei Färbungen. Der meist nierenförmig gestaltete Kern, dunkel violett am Rande, in der Mitte etwas heller gefärbt, liegt excentrisch in einem schwach violett erscheinenden Protoplasma, das halbmondförmig der Zellmembran anliegt. Die Mitte der Zelle ist hell, worin bei der Färbung mit Eosin, Säurefuchsin und Indulin kleine rote, lichtbrechende, in kleinen Häufchen angeordnete Granula erscheinen (Fig. 4). In anderen Zellen wiederum (Fig. 5) ist der Kern gross, hufeisenförmig und umschliesst ungefärbtes Protoplasma, in welchem, oft vollkommen kugelrund angeordnet, die glänzenden roten Granula von verschiedener Grösse zu sehen sind. In Präparaten, die mit Indulin gefärbt waren, konnte ich in diesen Zellen die Granula nur sehr undeutlich erkennen. Dass aber hier der grosse violette Teil der Zelle dem Kerne allein angehört, im Gegensatz zu der ersteren Form,

schliesse ich teils aus der scharfen Umgrenzung desselben gegen das ungefärbte Protoplasma zu, teils aus der hier und da sichtbaren Struktur des Kernes, was bei Zellen, die der Fig. 4 entsprechen, nicht der Fall ist.

Die Tinction mit Methylenblau ergiebt nur eine Form von basophilen Zellen, die 17,2×15 μ gross, also beinahe rund, und mit einem grossen, central gelegenen Kerne versehen sind. Die Granula sind klein, lassen den Kern vollständig frei (Fig. 6).

Von den neutrophilen Zellen entspricht eine Form vollständig den entsprechenden Zellen des Goldfischblutes. In anderen Zellen unterscheidet man deutlich viele grobe violette Punkte, die von einer Stelle aus, entweder vom Centrum der Zelle oder von der Zellmembran, nach allen Richtungen hin ausstrahlen. Sie scheinen den Kern auszumachen, jedenfalls gehören sie ihm an, obgleich eine sie umgebende Zone nicht nachzuweisen ist. Die Granula des Protoplasmas sind grün gefärbt, viel kleiner als jene und liegen zerstreut (Fig. 7).

Die Lymphocyten sind 1/2 so gross als die Erythrocyten und enthalten entweder einzelne dunkle Granula und einen kleinen oder auch nur einen central gelegenen runden Kern ohne Granula.

3) Stichling (Gasserostorus acculeatus).

Die oxyphilen Zellen sind im Blute des Stichlings nur spärlich vorhanden, in einigen Präparaten oft gar nicht nachzuweisen; sie sind etwas kleiner als die, 10,5 μ im Durchmesser betragenden Erythrocyten, mononucleär, mit einem excentrisch gelegenen Kerne. Die Granula sind klein und liegen vereinzelt im Protoplasma. Mit Indulin gefärbtes Blut lässt diese Granula fast gar nicht erkennen.

Die basophilen Zellen sind rund und oval, im Durchmesser 4—12 μ gross; ihr Verhalten entspricht demjenigen der entsprechenden Zellen im Blute des Goldfisches und Wassergrundels (cfr. Fig. 2 und 6).

Zellen mit groben und den Kern überlagernden Granulis sind im Blute dieser Fischart nicht vorhanden.

Die Zahl der neutrophilen Zellen, die etwas grösser als die Erythrocyten sind, ist sehr gross; alle mit einem einzigen, eingebuchteten oder gelappten Kerne und mit dichtgedrängten, im ganzen Protoplasma verbreiteten Granulis (cfr. Fig. 3).

Die Lymphocyten sind halb so gross als die Erythrocyten mit einem grossen central gelegenen Kerne, ohne Granula.

II. Amphibien.

1. Salamander (Salamandra maculosa).

Im Gegensatz zu den Befunden bei den übrigen Tieren, ja sogar bei den anderen von mir untersuchten Amphibien zeigen die Leukocyten des Salamanderblutes ganz eigenartige Verhältnisse. Das Blut enthält im ganzen 3 verschiedene Leukocytenformen, von denen die eine als eine basophile nicht zu verkennen ist, die zweite den Lymphocyten angehört, während die dritte eine Verwandtschaft sowohl zu den sauren als auch zu neutralen Farbstoffen zeigt.

Färbt man nämlich mit sauren oder auch neutralen Farbstoffen, so erscheinen die Granula stets rot, zum Teil aber auch dunkelgrün (Fig. 8). Die Zellen an und für sich sind kleiner als die 39,5 $\times$ 23,5 μ in den Durchmessern ausmachenden Erythrocyten, rund, mit einem Durchmesser von 31,2 μ. Der stets einzig vorhandene Kern ist nierenförmig und gelappt, oder er umgiebt in einer Kranzform das Protoplasma.

In demselben bemerkt man ausnahmslos einen runden, rotviolett gefärbten Fleck, der uns zum Teil an den in den oxyphilen Zellen des Goldfisches (cfr. Fig. 1) beobachteten sich ähnlich verhaltenden Raum erinnert. Erwähnenswerth ist ferner auch die Eigentümlichkeit dieser Zellen, dass überall da, wo der Kern eingebuchtet oder gelappt ist, sich diese Stelle immer gegenüber der Einbuchtung befindet. Ist der Kern hingegen kranzförmig, so sieht man ihn ausnahmslos in der Mitte der Zelle. In einer in Karyokinese sich befindenden Zelle, wo man deutlich die Dyasterform des Kernes wahrnehmen konnte, lag diese Stelle, von Chromatinfäden umgeben in der Mitte der beiden Sterne.

Während sich nun die Granula in dem Tone der Farbe, zu der sie eine grössere Affinität zeigen, färben, erscheint diese Stelle im Tone der jedesmal angewandten Mischung, also dunkelbraun bei der Anwendung von Indulinmischung, grünlich-schwarz beim Färben nach der Methode von Berganzini, bräunlich-rot beim Färben mit Eosin-Hämalaun. Eosin-Glycerin, allein angewandt, lässt die Zellen gar nicht erkennen. Als eine eigentümliche Erscheinung muss ich noch das hervorheben, dass, trotzdem alle diese Zellen morphologisch und anatomisch innig mit einander verwandt zu sein scheinen, sich die Granula in einigen von ihnen gar nicht färben, resp. gar nicht vorhanden zu sein scheinen. Fast immer positiv ist das Resultat bei der Färbung mit Indulin oder mit der Färbemischung nach Berganzini. Auch ausserhalb der Zellmembran sind bei vielen Zellen Granula sichtbar, was der Zelle ein gezacktes Aussehen verleiht.

Mit Berücksichtigung der Anatomie und der grösseren Verwandtschaft der Granula zu neutralen Farbstoffen, scheinen mir die Zellen neutrophil zu sein, während die acidophilen als solche im Blute

des Salamanders nicht nachzuweisen waren, höchstens im Uebergange in die neutrophilen begriffen.

Die zweite Form der Zellen, die Lymphocyten, entspricht in der Grösse den Erythrocyten. Die Zellen sind meist oval mit einem der Zellform entsprechenden centralen Kerne und mit Granulis, die sich nur mit neutralen Farbstoffen färben und oft den Kern selbst vereinzelt überlagern.

Die dritte Form der Leukocyten bilden die basophilen Zellen mit den Durchmessern $11 \times 7 - 5 \times 3\,\mu$ (Fig. 9). Die grösseren enthalten einen durch deutliche Chromatinfäden sich präsentierenden Kern und grobe Granula, die sowohl zwischen den Chromatinfäden des Kernes als auch ausserhalb der Zellmembran vorhanden sind.

2. Frosch (Rana esculenta).

Die oxyphilen Zellen des Froschblutes hat Ehrlich als mononucleäre, einer Morula ähnlich aussehende Zellen beschrieben. Neben dieser Form habe ich auch polynucleäre Zellen gefunden von verschiedener, unregelmässiger Gestalt mit runden, purpurroten, lichtbrechenden Granulis. Die Kerne sind durch dünne Chromatinfäden mit einander verbunden und lassen im Gegensatz zu der Meinung Ehrlich's in ihrem Leib einzelne Körner deutlich erkennen. Die Grösse dieser Zellen beträgt in den Durchmessern $19 \times 15\,\mu$, demnach sind sie etwas kleiner als die zugehörenden Erythrocyten.

Die basophilen Zellen entsprechen vollständig denjenigen des Wassergrundels (cfr. Fig. 6); sie sind aber zum Teil auch oval mit einem ebenfalls ovalen, von Granulis freien Kerne. Ausser diesen findet man auch andere Zellen mit viel gröberen Granulis, die aber im Gegensatz zu der ersten Form den

Kern überlagern. Diese Zellen sind bereits im Blute des Goldfisches und des Stichlings beschrieben.

Einen merkwürdigen Befund bilden ferner Zellen, die sich mit Methylenblau nicht blau, sondern stark violett, also metachromatisch färben. Sie sind gröber als die der oxyphilen Zellen, und sowohl im Protoplasma vorhanden als im Kernleibe selbst. Mit neutralen Farbstoffen sind sie nicht nachzuweisen und als eine Abart der basophilen Zellen zu bezeichnen.

Die neutralen, meist ovalen Zellen des Froschblutes zeigen zum Teil einen einzigen gelappten Kern, zum Teil sind sie polynucleär. Die Kerne sind in solchen Zellen derart gelagert, dass man sie als Teile eines einzigen Kernes nicht verkennen kann. Ein Unterschied in dem Verhalten und in der Form der Granula beider Arten von Zellen ist nicht nachzuweisen; sie sind durchweg klein, hie und da nur etwas grösser (cfr. Fig. 3).

Die Lymphocyten sind rundliche Gebilde von 10,7 μ im Durchmesser mit einem central gelegenen Kerne. Zwischen demselben und der Zellmembran befinden sich ziemlich grobe Granula.

3. Schildkröte.

Das Blut dieses Tieres weist eine sehr beträchtliche Anzahl von weissen Blutkörperchen auf, die alle ein ausserordentlich grosses Tinctionsvermögen besitzen, und deren grössere Hälfte eine Affinität zu den sauren Farbstoffen zeigt.

Diese (oxyphilen) sind meist insgesammt rund, 6 μ im Durchmesser, mononucleär, mit einem fast immer excentrisch gelegenen Kerne, welcher seinerseits in der Regel oval, oder manchmal auch etwas eingebuchtet und mit einem hellen Hofe umgeben ist. Er tingiert sich deutlich violett. Die Granula füllen

den übrigen Zellleib vollständig aus und sind purpurrot; sie zeigen aber keine kuglige Gestalt, sondern sind durchweg stäbchenförmig, oft von 1—2 μ Länge. Diese Stäbchenform kann man in solchen Zellen deutlich erkennen, in denen die Granula nicht so dichtgedrängt vorkommen (Fig. 10).

Die basophilen Zellen bilden im Blute der Schildkröte mehrere Typen. Neben solchen Formen, wie wir sie bei den Fischen (cfr. Fig. 2 und 6) beobachtet haben, findet man runde Zellen von der Grösse der eosinophilen mit einem grossen, fast den ganzen Zellleib einnehmenden Kerne und spärlichen, verschieden grossen und vereinzelt auch auf dem Kerne gelagerten Granulis (Fig. 11).

Eine dritte Form der basophilen Zellen bilden kleine, ovale Gebilde (10,7 $\times$ 4,2 μ in den Durchmessern). Man sieht in ihrer Mitte schwach angedeutete Contouren des ovalen Kernes, der in gleichem Masse wie das Protoplasma von dichten Granulis durchsetzt ist (Fig. 12). Die Grösse dieser Granula ist nicht constant, wenngleich in einer Zelle immer gleich grosse Granula vorkommen.

Die neutrophilen Zellen sind ebenso gross wie die eosinophilen, oft etwas kleiner als diese; sie unterscheiden sich auch anatomisch von jenen durch ihre constant runde Form und den einzigen stets in der Mitte liegenden, violett gefärbten Kern. Derselbe ist entweder rund oder zeigt eine eigentümliche, einem Buchstaben gleichende Gestalt. In vielen dieser Zellen ist er durch einen hellen Hof umgrenzt. Die Granula sind spärlich und grob, selten nur etwas feiner (Fig. 13).

III. Reptilien.

1. Ringnatter (Trofidonatus natrix).

Die zahlreichen oxyphilen Zellen zeigen alle ein

besonderes Verhalten, erinnern trotzdem z. T. an die entsprechenden Zellen im Blute der Schildkröte und des Frosches. Sie sind meist oval (Fig. 14), betragen im Längsdurchmesser 21 μ im queren 9 μ; hie und da nimmt aber der erstere zum Nachteil des anderen an Länge zu. Wir finden hier immer einen einzigen an einem Pol der Zelle gelagerten Kern. Die zahlreichen, grossen, kugligen und purpurrot leuchtenden Granula erfüllen das Protoplasma, lassen aber in der Regel in dessen Mitte unsicher begrenzte weissliche Stellen frei.

Die basophilen Zellen teilen sich ebenso wie bei den Fischen in zwei Arten, indem nur bei der ersteren (cfr. Fig. 2) die feinen Granula an den beiden Enden der ovalen Zellen dichter als im übrigen Protoplasma angeordnet sind. Die zweite Form unterscheidet sich nur dadurch von der ihr entsprechenden im Goldfischblute, dass der Kern selten central liegt und sehr oft eingebuchtet erscheint.

Im Gegensatz zu der beträchtlichen Anzahl der oxyphilen Zellen sind die neutrophilen nur auf einige wenige reduciert. Sie sind halb so gross als die ersteren, vielleicht noch kleiner, haben aber dieselbe längliche Gestalt, jedoch einen ebenfalls einzig vorhandenen aber am Rande der Zelle gelegenen Kern und bald feine, bald gröbere Granula.

Warmblüter.

IV. Vögel.

1. Huhn.

In den oxyphilen Zellen sind die Granula verschieden gross und nicht in gleicher Anzahl in jeder Zelle vorhanden. Sind die Granula gross, rund und kugelrund (Fig. 15), so ist ihre Zahl in einer Zelle

viel grösser, als in einer solchen (Fig. 16), welche nur punktförmige, aber ebenso stark rot tingierte Granula aufweist. Merkwürdig ist dabei noch die Erscheinung, dass die erste Form der Granula hauptsächlich in Zellen vorkommt, die nur zwei Kerne haben. Ist die Zahl der Kerne etwas grösser, so habe ich auch regelmässig die andere Form, nämlich die punktförmigen Granula constatieren können. In der äusseren Gestalt und Grösse dieser Zellen kommen keine Unterschiede vor, ihre Durchmesser entsprechen ungefähr denen der Erythrocyten (6,5 — 5 × 6 — 4 μ). Auch zeigen die Granula ohne Ausnahme die gleiche Affinität zu Eosin wie zu Indulin. Man könnte die zweite Gruppe der Granula vielleicht für die β-Granulation halten; die gleiche Verwandtschaft zu Indulin wie zu Eosin lässt aber in dieser Körnung nur eine Modification der α-Granulation erkennen.

Basophile Zellen: Ausser den ovalen, mononucleären Zellen von verschiedener Grösse (10 × 6,5 — 19 × 14,8 μ in den Durchmessern), mit einem schwach blau gefärbten, central gelegenen Kerne und dichten kleinen Granulis (cfr. Fig. 2 und 6) sehen wir gleichfalls Zellen von demselben Verhalten wie bei den Kaltblütern, nämlich mit groben, dunkelblau gefärbten Granulis. Diese sind auch hier (im Blute des Huhnes) nicht allein im Protoplasma vorhanden, sondern überlagern auch den Kern.

Neutrophile Zellen sind nur spärlich vorhanden, von derselben Grösse wie die oxyphilen, aber meist rund, mononucleär, mit einem polymorphen Kerne und feinen, selten nur gröberen Granulis (Fig. 17).

Die Lymphocyten sind als einkernige Zellen mit einzelnen groben, dunkelblau gefärbten Granulis vertreten.

2. Taube.

Die oxyphilen Zellen finden sich nur als ein- oder zweikernige (die Kerne sind in dem Falle durch Chromatinfäden vereinigt) Zellen vor. Ihr Durchmesser beträgt ungefähr 7,5 μ. Die Granula sind rund, zum Teil auch stäbchenförmig und beide Granulaformen kommen sowohl in den ein- als auch zweikernigen Zellen neben einander vor (Fig. 18) und überlagern teilweise den Kern selbst.

Basophile Zellen sind nur in einer Form vertreten und zeigen dasselbe Verhalten wie Zellen, die uns Fig. 2 und 6 darstellt. Sie sind sehr spärlich, elipsenförmig, ihre Durchmesser betragen $7{,}5 \times 4{,}2\ \mu$ — $14{,}7 \times 10{,}5\ \mu$. Die Granula sind klein, besonders an den Polen der Elipse stark angehäuft (cfr. Fig. 2).

Die Zahl der neutrophilen Zellen ist ebenfalls sehr gering; ihr Kern ist gelappt, ihre Granula zahlreich und fein.

Die Lymphocyten sind fast halb so gross als die Erythrocyten, einkernig und ohne Granula.

3. Sperling.

Die nur in geringer Zahl vertretenen oxyphilen Zellen im Blute des Sperlinges zeigen fast durchweg dieselben Verhältnisse wie diejenigen im Blute der Taube. Ein Unterschied besteht nur in der zum Teil grösseren Anzahl der Kerne. Die Zellen selbst sind meist rund und varieren in der Grösse, indem sie bald kleiner, bald grösser als die Erythrocyten, bald ihnen gleich gross erscheinen (5 μ im Durchmesser). Die Lage der Kerne ist nicht immer wandständig, es ist auch nicht immer möglich, eine Verbindung zwischen ihnen festzustellen. Die Granula präsentieren sich nicht nur als runde Gebilde, sondern neben der runden Form sieht man bald kleine spindelförmige Körner,

bald lange purpurrote Stäbchen, die vereinzelt auch auf den Kernen liegen (Fig. 19). Die Form der Granula ist nicht an eine Zellform gebunden, sondern es kommen die verschiedenen Granula in einer und derselben Zelle vor. In anscheinend älteren Zellen von unregelmässiger Gestalt sind sie fast durchweg oval oder stäbchenförmig.

Basophile Zellen sind spärlich und erscheinen nur in einer Form als feingranulierte Zellen von der Grösse der Erythrocyten mit einem grossen, schwach gefärbten, central gelegenen Kerne (cfr. Fig. 2).

Neutrophile Zellen sind rund, klein (10,5 μ im Durchmesser), mononucleär. Ihr Kern ist verschieden gestaltet, meistens zeigt er eine Hufeisenform; die Granula sind fein.

Die Lymphocyten stehen in der Grösse diesen Zellen nicht viel nach, ihr Kern ist aber mehr rundlich, und die Granula spärlicher und grob.

V. Nagetiere.

1. Maus.

Im Blute der Maus sind überhaupt nur sehr wenige oxyphile Zellen vorhanden, sie haben eine unregelmässige Form und Gestalt. Man sieht grosse und kleine, poly- und mononucleäre Zellen, in denen wiederum die Granula nur spärlich vertreten sind, bald im Protoplasma unregelmässig zerstreut, bald auf dem Kerne vereinzelt liegend. Die Grösse der Zellen schwankt zwischen $5{,}6 \times 4{,}3$ μ und $16{,}9 \times 6{,}4$ μ in den Durchmessern.

Die basophilen Zellen sind rund und oval mit einem jedesmal der Zellform sich anpassenden Kerne. Ihre Grösse entspricht durchschnittlich der der roten Blutkörperchen (5 μ). Die Granula lassen den Kern

frei und sind in feinen Körnern im Protoplasma verteilt (cfr. Fig. 2 und 6).

Die neutrophilen Zellen zeigen eine runde Form, sind mononucleär, in den Durchmessern betragen sie 8,4 — 12,6 μ. Der Kern liegt central und zeigt verschiedene Formen; in manchen Zellen ist er rund, in anderen buchstaben- und kranzförmig oder auch bandartig (Fig. 20). Den rundgestaltenen Kern umgiebt meistens ein schmaler, weisser Hof. Das Tinctionsvermögen der Kerne ist auch verschieden; sie färben sich einmal ganz homogen violett, in vielen Zellen erscheint er wiederum an den Rändern stärker, in der Mitte dagegen nur schwach tingiert (cfr. Fig. 7). Die Granula sind überall fein und klein.

2. Meerschweinchen.

Das Verhalten der Zellen des Meerschweinchenblutes ist viel klarer und prägnanter als bei der Maus. Ihre Zahl ist ziemlich gross, sie sind fast alle rund, mono- und polynucleär, ihre Kerne mit Chromatinfäden deutlich verbunden. Die Granula sind nicht gleich und, was wir bereits bei den oxyphilen Zellen des Huhnes beschrieben haben, sind sie in den mononucleären Zellen gleichmässig rund, purpurrot und lichtbrechend, in den mehrkernigen dagegen spärlich und punktförmig (cfr. Fig. 18 und 19).

Die basophilen Zellen schwanken in der Grösse zwischen 8,4 μ und 12,7 μ im Durchmesser. Wir finden meist leicht ovale, mononucleäre Zellen mit einem sehr grossen, schwach blau gefärbten Kerne und mit zahlreichen nicht ganz feinen Granulis im Protoplasma, die hauptsächlich in den kleineren Zellen auch den Kern überlagern (cfr. Fig. 6 und 11).

Von den neutrophilen Zellen sind nur wenige

vorhanden; sie haben einen gelappten Kern und feine Granula.

3. Kaninchen.

Die oxyphilen Zellen des Kaninchenblutes zeigen genau dasselbe Verhalten wie die im Blute des Meerschweinchens, jedoch mit dem einen Unterschiede, dass nicht alle Granula rund sind, sondern dass neben denselben auch ovale vorkommen. Auch in der Grösse stimmen diese Zellen beider Tiere mit einander überein; sie sind grösser als die 6,4 μ im Durchmesser betragenden Erythrocyten.

Basophile Zellen sind rund und oval, mononucleär, mit einem central gelegenen, schwach blau tingierten Kerne. Die Granula sind in den mehr rundlichen Zellen meistens dicht und fein, in den ovalen feiner und an den Polen dicht angehäuft (cfr. Fig. 2).

Neutrophile Zellen sind rund, betragen 12,6 μ im Durchmesser, haben einen einzigen gelappten oder eingebuchteten Kern und feine Granula.

VI. Zweihufer.

1. Kalb.

Im Gegensatz zu den runden, in ihrem Durchmesser 2,4 μ betragenden Erythrocyten, beträgt der Durchmesser der runden oxyphilen Zellen des Kalbes 6,7 μ. Ihre Kerne sind entweder einzeln vorhanden, dann aber stark gelappt oder eingebuchtet, oder sie sind zahlreicher in einer Zelle, dann klein und polymorph. Die Zahl der Granula ist in den verschiedenen Zellen verschieden; und es ist schwer zu entscheiden, ob die mono- oder polynucleären Zellen mehr resp. weniger Granula enthalten. Alle sind gross, purpurrot und stark lichtbrechend. In einigen mononucleären Zellen habe ich auf dem gelappten Kerne

3—4 stäbchenförmige Granula gesehen, eine Form, die frei im Protoplasma nicht nachzuweisen war (cfr. Fig. 18).

Basophile Zellen kommen in runder und ovaler Form vor, ihre beiden Durchmesser variieren zwischen 14,7 × 10,5 μ und 10,5 × 8,5 μ. Die Kernform entspricht der Form der Zelle, der er angehört (cfr. Fig. 6). In den kleineren, mehr rundlichen Zellen sind die Contouren des Kernes nicht scharf gezeichnet, und der ganze Zellleib incl. der Kern mit gröberen Granulis als bei den ersteren Zellen durchsetzt (cfr. Fig. 12).

Neutrophile Zellen sind zum Teil mononucleär, zum Teil polynucleär, mit kleinen Granulis versehen (cfr. Fig. 3). Einzelne mononucleäre Zellen zeigen ausser den gewöhnlichen Formen der neutrophilen Zellen ein besonderes Verhalten in der Anordnung der Granula sowohl als auch der Tinctionsfähigkeit des Kernes und des Protoplasmas. Der central gelegene Kern zeigt an seinen Rändern eine dunkelviolette Färbung (cfr. Fig. 4); dagegen ist sein Inneres schwächer gefärbt und mit kleinen dunklen Körnern erfüllt. Um den Kern herum befindet sich ein ziemlich breiter Hof, der seinerseits eine ebenso breite, mit grünlichen, feinen Körnern durchsetzte Zone abgrenzt (Fig. 21). — Eine andere Form bilden etwas kleinere Zellen, in denen der violett gefärbte, eingebuchtete Kern in der Mitte der Zelle liegt und mit ziemlich groben, ihn in Kreisform umlagernden Granulis umgeben ist. In ihm selbst befindet sich gleichfalls eine geringe Anzahl von ebenso feinen Granulis. Das Ganze, nämlich der Kern und die ihn umlagernden Granula umgiebt ein heller, bis an die grün gefärbte Zellmembran heranreichender Hof (Fig. 22). Die Zellen sind rund und betragen im Durchmesser 4—7 μ.

VII. Einhufer.

Pferd.

Von den vielen Leukocyten, die man im Blute des Pferdes findet, zeigen nur sehr wenige eine Verwandtschaft zu sauren Farbstoffen. Diese (oxyphilen) sind rund und doppelt so gross als die 4,7 μ im Durchmesser aufweisenden Erythrocyten. Die Kerne, meistens zwei an der Zahl, färben sich dunkel violett, sind beide wandständig und durch einen ziemlich breiten Chromatinfaden mit einander verbunden. Die auffallend grossen, runden Granula sind purpurrot gefärbt und stark lichtbrechend. Durch ihr dichtes Aneinanderliegen geben sie der Zelle ein exquisites Aussehen einer Morula, was wir früher nur zum Teil bei den Kaltblütern beobachten konnten. In diesen eosinophilen Granulis, die sich auch mit Azoblau färben, erkennen wir die Schmidt-Semmerschen Pferdekugeln (Fig. 23) s. o. S. 6.

Basophile Zellen entsprechen in ihrem Verhalten denen anderer Tiere. Sie sind rund, vom Durchmesser von 8,5—12,6 μ, mononucleär. Der Kern ist sehr gross, central gelegen und schwach blau gefärbt. Die Granula sind klein, befinden sich in einigen Zellen auch im Kernleibe.

Neutrophile Zellen sind fast ausschliesslich rund, ihr Durchmesser beträgt 10,5 μ. Sie sind zahlreich im Blute des Pferdes vorhanden und weisen kleine Granula mit einem einzigen Kerne auf. Es ist interessant und bei der grossen Anzahl der Zellen auch leicht, die verschiedenen Formen des Kernes zu verfolgen, die durch die Einbuchtungen, Teilungen und Lappungen oft ganz merkwürdige Figuren darstellen (Fig. 24).

Die Lymphocyten sind kleine Gebilde, nur etwas

grösser als die Erythrocyten, mit einem centralen, bald ganz runden, bald etwas eingebuchteten Kerne und einzelnen groben Granulis im Protoplasma.

VIII. Raubtiere.

1. Hund.

Die runden, teils auch ovalen, nur spärlich vorkommenden acidophilen Zellen haben entweder nur einen einzigen, stark eingebuchteten oder gelappten, oder auch 2—3 mit einander durch Chromatinfäden in Verbindung stehende Kerne. Ihre Granula sind rund, lichtbrechend, liegen auch vereinzelt auf den Kernen selbst. Die Grösse dieser Zellen beträgt ungefähr 10,7 μ im Durchmesser.

Basophile Zellen sind rund oder oval, mononucleär, mit dicht gedrängten blauen Granulis im Protoplasma. Der Kern bleibt in allen diesen Zellen frei von den Körnern, nur ist dies nicht der Fall bei den grösseren ovalen Zellen, wo man auch im Kerne feine Granula deutlich sieht, und zwar viel feinere als die des Protoplasmas. In anderen Zellen sind wiederum die Granula spärlich, aber viel gröber als in den ersteren.

Neutrophile Zellen sind rund, betragen im Durchmesser ungefähr 12,7 μ. Sie haben nur einen Kern, der verschieden gestaltet ist, und feine Granula im Protoplasma.

2. Katze.

Die oxyphilen Zellen sind doppelt so gross als die Erythrocyten und nur sehr spärlich im Blute vertreten. Fast insgesamt sind sie polynucleär, jedoch sind die Verbindungen der Kerne, wenn auch nicht in allen, so doch in den meisten deutlich zu erkennen.

Basophile Zellen sind rund und oval; ihre

Durchmesser betragen $10{,}5 \times 7{,}5\ \mu - 18{,}9 \times 14{,}8\ \mu$. Der Kern ist central gelegen, frei von Granulis, die nur das Protoplasma in feiner Körnung dicht durchsetzen.

Neutrophile Zellen zeigen die verschiedensten Formen der einzeln in jeder Zelle vorhandenen Kerne, sie sind rund, mit einem Durchmesser von 12,7 μ. Die Granulation ist klein- und feinkörnig.

Wenn wir einen Rückblick auf das Ergebnis unserer Untersuchungen werfen, so finden wir, dass es im Blute einer jeden Tierart weisse Blutkörperchen giebt, die (wenn auch in einem verschiedenen Grade) eine Verwandtschaft zu den sauren, resp. basischen und neutralen Farbstoffen zeigen. Kein positives Resultat ergab hinsichtlich der eosinophilen Zellen das Blut des Salamanders allein, jedoch auch da dürfen wir wohl aus dem Befunde bei allen anderen Tieren und ganz besonders denen derselben Gattung auf das Vorhandensein derselben auch im Salamanderblute schliessen und das negative Resultat uns durch ihre ungemein geringe Verbreitung im Blute dieses Tieres erklären. Die baso- und neutrophilen Zellen sind ausnahmslos bei allen Tieren vorhanden — im Gegensatz zu der Behauptung Lenhartz's, der neutrophile Zellen nur dem Menschenblute zukommen lässt. Im allgemeinen sind Unterschiede in der Anatomie, Morphologie, in der Verbreitung, Anordnung oder Zahl und Grösse der Granula, der Kerne der Zellen selbst mit gleicher chemischen Affinität nicht zu verkennen, aber trotzdem sind wir vollkommen berechtigt, alle diese Zellen resp. Granulationen unter die Kategorie der oxy-, baso- resp. neutrophilen zu bringen, ohne besondere Bezeichnungen den einzelnen in den verschiedenen Blutarten beizulegen. So lassen

sich wohl auch die sieben Körnungen Ehrlich's, mit Berücksichtigung der chemischen Affinität allein und nicht der ziemlich beträchtlichen Unterschiede im Bau und selbst in ihrem Verhalten zu den Farbstoffen, auf die drei Granulationen reducieren. Leider beschreibt er die Eigenschaften der sechsten und siebenten Körnung nirgends eingehend, so dass es nicht möglich ist, sie einer näheren Untersuchung zu unterziehen und die Annahme, es könne sich nur um die drei Granulationen handeln (wenn wir die Mastzellen [γ-Granulation] berücksichtigen um 4), zu beweisen. Als eine besondere Granulation die amphophile β-Granulation anzusehen, halte ich gleichfalls für überflüssig. Sie ist, wie ich bereits oben hervorgehoben habe, nur eine Modification der α-Granulation, da ihre grössere Verwandtschaft zum Indulin als zum Eosin durch ihren reicheren Wassergehalt leicht erklärt werden kann. Beide Formen dieser Granula fand schon Schwarze in denselben Zellen neben einander und glaubte „nach Analogieen mit dem wechselnden Stärkekorn diese Differenzen auf verschiedenes Alter der Körnungen beziehen zu müssen, indem die grössere und dichtere Form die ältere darstelle«. Einen Beweis für diese Ansicht Schwarze's bringen wohl auch die obigen Untersuchungen. Auch eine solche Erklärung der zwei verschiedenen Formen der α-Granulation ist sicher am plausibelsten. Ehrlich will ferner die β-Granulation nur im Blute des Kaninchens und Meerschweinchens gefunden haben, es ist aber schwer zu erklären, weshalb nur das Blut dieser beiden Tiere um diese Granulation als das der übrigen reicher sein sollte. Was nun die Haupteigenschaft der β-Granulation anlangt, nämlich die Fähigkeit, sich sowohl mit sauren als mit neutralen Farbstoffen zu färben, so war ich nicht in der Lage, nachweisen zu können,

dass die Körner, welche mit Eosin, Indulin etc. gefärbt werden, auch eine Verwandtschaft zum Methylenblau zeigen.

In der Verbreitung der einzelnen Leukocytenarten im Blute der von mir untersuchten Tiere herrschen starke Variationen, und es ist überhaupt kaum möglich, festzustellen, in welchem Zahlenverhältnis diese oder jene Granulation im Blute der einzelnen Tiere vorkommt.

Als Organe, in denen die einzelnen Leukocytenformen entstehen sollen, werden das Knochenmark, die Milz und die Lymphdrüsen angesehen. Es ist aber bis jetzt noch nicht sicher festgestellt, welche von diesen Organen die Bildungsstätte dieser oder jener Leukocytenart seien, wenngleich die myelogenen Zellen Virchow's und Einhorn's (Schülers von Ehrlich) mit den oxyphilen identisch zu sein scheinen, und beide Forscher die mononucleären (basophilen) sowohl als auch die polymorphkernigen (neutrophilen) Zellen der Milz und zum Teil auch dem Knochenmark entstammen lassen. Von den meisten Autoren, so von Schultze, Löwit, Lukianow u. a. wird die Ansicht aufrecht gehalten, dass die einkernigen die Vorstufe der vielkernigen Zellen seien, indem die Reifung der grossen, rundkernigen (basophilen) Zellen (Ehrlich) zu den Elementen mit mehreren polymorphen Kernen im Blute vor sich gehen soll. Diese Erklärung der gegenseitigen genetischen Beziehungen der einzelnen Leukocyten liegt zweifelsohne am nächsten und erscheint wohl am zweckmässigsten. Es wirft sich aber sofort mit Rücksicht anf die verschiedenen, mikrochemischen Reactionen der Granula die Frage auf, weshalb die verschiedenen Altersstadien der Zellen zugleich die verschiedenen chemischen Verwandtschaften der Granula bedingen sollen? Zur Erläute-

rung dieser Frage nimmt Ehrlich an, dass »die ungleiche Affinität der einzelnen Granula zu den sauren, basischen oder neutralen Farbstoffen zwar ein eigenartiges Protoplasma voraussetze und dasselbe als solches definiere, dass aber während der Reifung das Protoplasma in allen Zellen seine Verwandtschaft für basische Farbstoffe einbüsse und eine solche für saure gewinne. Hält man diese Hypothese aufrecht, so scheint es nicht zu weit gegriffen zu sein, zu behaupten, dass der Nachweis der Verwandtschaft der Leukocyten, die mit Granulis von verschiedener mikrochemischen Reaction versehen sind, lediglich auf der Lösung der Frage beruhen kann, aus welchem Grunde überhaupt die Granula allmählich ihre chemische Verwandtschaft zu den Farbstoffen ändern. Dementsprechend wird wohl mit der Lösung dieser Frage auch der Zweck der Granulation erklärt werden, da wohl sicher der Wechsel in der Verwandtschaft zu Farbstoffen von verschiedener chemischen Reaction durch die Thätigkeit und die Function der Granula bedingt sein muss.

Es erübrigt mir noch, auf diesem Platze meiner angenehmsten Pflicht Ausdruck zu geben und Herrn Privatdocenten Dr. May für die Anregung zu dieser Arbeit und für die gefällige Unterstützung bei der Ausführung der Untersuchungen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich Herrn Dr. Buder für seinen bereitwilligen Beistand bei der Arbeit.

Literatur.

Altmann, R. Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig 1890.

Arnold, J. Beobachtungen über Kerne und Kernteilungen in den Zellen des Knochenmarkes.
(Virch. Archiv. Bd. 93.)

— Weitere Beobachtungen über die Teilungsvorgänge in den Knochenmarkzellen und weissen Blutkörperchen.
(Virch. Arch. Bd. 97, S. 107.)

Ballowitz. Über das Vorkommen der Ehrlich'schen granulierten Zellen (Mastzellen) bei winterschlafenden Säugetieren.
(Anat. Anzeig. Bd. VII, S. 135.)

Berganzini. Über das Vorkommen von granulierten basophilen und acidophilen Zellen im Bindegewebe und über die Art, sie sichtbar zu machen.
(Anat. Anz. 1891, Bd. VI, S. 595.)

Biondi. Neue Methode der mikroskopischen Untersuchung des Blutes.
(Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 31, S. 103.)

Cuénot, L. Etudes sur les sang et les glandules lymphatiques dans la série animale.
(Arch. de Zoolog expérim. et générale. Deuxième série. Tom. VII, 1889.

Ehrlich, P. Beiträge zur Kenntnis der Anilinfärbung und ihre Verwendung in der mikroskopischen Technik.
(Arch. für mikrosk. Anat. Bd. XIII, 1877, S. 203.)

— Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes. (Gesammelte Mitteilungen.) Berlin 1891. Verlag August Hirschwald.

Gabritschewsky. Klin. haematologische Notizen.
(Arch. für exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 28. 1891. S. 83.)

Gollasch, P. Friedländer-Eberths mikroskopische Technik. 2. Aufl. Berlin. Fischer 1883.

Griesbach, H. Weitere Untersuchungen über Azofarbstoffe.
(Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikrosk. Bd. III).

Griesbach, H. Zur Fixierung, Färbung und Conservierung der zelligen Elemente des Blutes.
(Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikrosk. Bd. VII, 1890, S. 326.)

— Beiträge zur Kenntnis des Blutes.
(Pflüger's Arch. Bd. 50. 1890. S. 473).

— Beiträge zur Histologie des Blutes.
(Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 37. 1891. S. 22).

Hayem. Sur les caractères anatomiques du sang dans les phlegmasies.
(Gazet. méd. de Paris. 1880. S. 215).

Lenhartz, Hermann. Mikroskopie und Chemie am Krankenbette. Berlin 1893.

Löwit. Über Neubildung und Beschaffenheit der weissen Blutkörperchen.
(Ziegl. Beitr. zur path. Anat. u. z. allg. Path. Bd. X. 1891. S. 213.)

Lukjanow, S. M. Grundzüge einer allgem. Pathol. des Gefässsystems. Vorles. an d. k. Univ. Warschau. Leipzig 1894.

Mosso, A. Kritische Studien der beim Studium der Blutkörperchen befolgten Methoden.
(Virch. Arch. Bd. 113. 1888. S. 410).

— Anwendung von Methylgrün zur Erkennung der chem. Reaction und des Todes der Zellen.
(Virch. Arch. Bd. 113. 1888. S. 396.)

Müller, H. F. Die Methoden der Blutuntersuchung.
(Centralbl. für Allg. Path. u. path. Anat. Bd. III. 1892).

Müller, H. F. und Rieder, H. Über Vorkommen und klinische Bedeutung der eosinophilen Zellen (Ehrlich) im circul. Blute des Menschen.
(Deutsch. Arch. i. klin. Med. Bd. 48. 1891. S. 106).

Okintschitz, E. Über die Zellenverhältnisse verschiedener Arten weisser Blutkörperchen bei vollständiger Inanition und bei nachträglicher Auffütterung. (Versuche am Kaninchen.)
(Arch. für experim. Pathol. u. Pharm. Bd. 31. S. 383).

Rieder, H. Atlas für klinische Mikroskopie des Blutes.
(Leipzig 1893).

— Beiträge zur Leukocytose und verwandten Zuständen des Blutes. Leipzig 1892, bei F. C. W. Vogel.

Schultze, M. Ein heizbarer Objekttisch und seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes.
(Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. I. S. 1).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

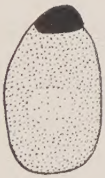

Fig. 14.

Fig. 15.

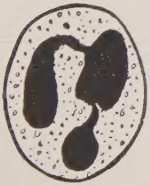

Fig 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.